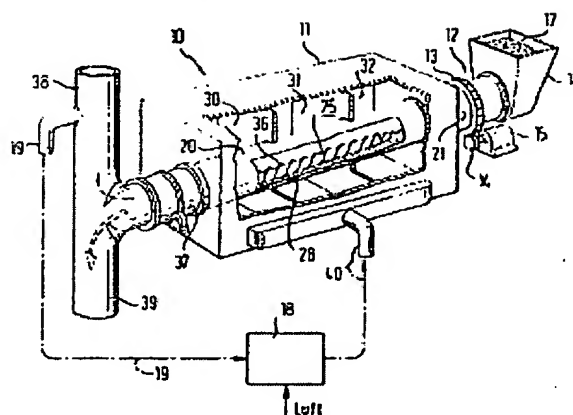


Process for producing high-grade fuels, rotary drum reactor for carrying out the process and use of the rotary drum reactor

Patent number: DE3407236
Publication date: 1985-09-12
Inventor: SCHMIDT RUEDIGER DIPL CHEM DR (DE)
Applicant: ENVIRONMENT PROTECTING ENGINEE (US)
Classification:
- **International:** C10B57/04
- **European:** C10B1/10, C10B53/02
Application number: DE19843407236 19840228
Priority number(s): DE19843407236 19840228

Abstract of DE3407236

A process for producing high-grade fuels by degassing (pyrolysis) of especially cellulose-containing materials of low bulk density by means of a rotary drum reactor is proposed. To improve the thermal efficiency of the pyrolysis of materials of low bulk density, the material to be degassed is compacted to give a solid layer, which adheres to at least a part of the inner shell surface of the rotary drum, for example by using a filler body which is fixed inside the rotary drum and rests on the material to be degassed. In addition, a rotary drum reactor for carrying out this process and the use thereof for degassing bagasse or nutshells is proposed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①1 DE 3407236 A1

⑤1 Int. Cl. 4:
C 10B 57/04

②1 Aktenzeichen: P 34 07 236.5
②2 Anmeldetag: 28. 2. 84
④3 Offenlegungstag: 12. 9. 85

DE 3407236 A1

⑦1 Anmelder:
Environment Protecting Engineers, Inc., Southfield,
Mich., US

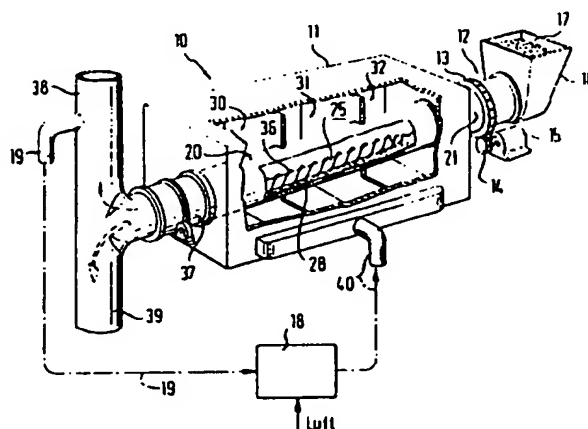
⑦4 Vertreter:
Prinz, E., Dipl.-Ing.; Leiser, G., Dipl.-Ing.;
Schwepfinger, K., Dipl.-Ing., 8000 München; Bunke,
M., Dipl.-Ing., 7000 Stuttgart; Bunke, H., Dipl.-Chem.
Dr.rer.nat.; Degwert, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000
München

⑦2 Erfinder:
Schmidt, Rüdiger, Dipl.-Chem. Dr., 8000 München,
DE

Bibliothek
Bur. Ind. Eigendom
14 OKT. 1985

⑤4 Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe, Drehtrommelreaktor zur Durchführung des Verfahrens und Verwendung des Drehtrommelreaktors

Es wird ein Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe durch Entgasung (Pyrolyse) von insbesondere cellulosehaltigen Materialien geringer Schüttdichte mittels eines Drehtrommelreaktors vorgeschlagen. Um den thermischen Wirkungsgrad der Pyrolyse von Materialien geringer Schüttdichte zu verbessern, wird das zu entgasende Material zu einer festen, an mindestens einem Teil der Mantelfläche der Drehtrommel anliegenden Schicht verdichtet, beispielsweise durch Verwendung eines innerhalb der Drehtrommel befestigten, auf dem zu entgasenden Material aufliegenden Füllkörpers. Außerdem wird ein Drehtrommelreaktor zur Durchführung dieses Verfahrens und dessen Verwendung zur Entgasung von Bagasse oder Nußschalen vorgeschlagen.



DE 3407236 A1

ENVIRONMENT PROTECTING ENGINEERS,
INCORPORATED
3000 Town Center, Suite 2530
Southfield, Michigan 48075, U.S.A.

28. Februar 1984

Unser Zeichen: W 969

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe durch Entgasung von insbesondere cellulosehaltigen Abfällen oder Materialien mittels thermischer Behandlung in einem indirekt beheizten Drehtrommelreaktor, dem die Abfälle kontinuierlich oder diskontinuierlich mittels geeigneter Fördermittel zugeführt und in dem die Abfälle, während sie stetig vom Eintragsende zum Austragsende des Reaktors befördert werden, pyrolysiert werden, wonach die Pyrolysegase und der feste, als Brennstoff verwendbare Rückstand getrennt voneinander aus dem Reaktor abgeführt werden, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfälle im Reaktor während dessen Rotation kontinuierlich zu einer festen, an mindestens einem Teil der Mantelinnenfläche der Drehtrommel anliegenden Schicht verdichtet werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abfälle mittels eines oder mehrerer drehbar innerhalb der Drehtrommel befestigter Füllkörper verdichtet werden.

BAD ORIGINAL

- 1 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
net, daß die Abfälle während der Rotation des Reaktors und
während des Verdichtens kontinuierlich von der Mantelin-
nenfläche der Trommel abgelöst und gleichzeitig in Längs-
5 richtung der Trommel zu deren Austragsende hin befördert
werden.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
net, daß die Abfälle bereits in vorverdichteter Form in
10 den Reaktor eingetragen werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
daß die vorverdichteten Abfälle beim Eintragen einem Ort
innerhalb des Reaktors zugeführt werden, der im Einzugs-
15 bereich mindestens eines Füllkörpers liegt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch
gekennzeichnet, daß der Reaktor nach dem Aufheizen auf
Betriebstemperatur mit den durch Verbrennung der Pyrolyse-
20 gase entstehenden Rauchgasen beheizt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,
daß die Rauchgase dem Reaktor über einzelne Heizkammern
im Querstrom zugeführt werden.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,
net, daß die Beheizung des Reaktors nach Erreichen seiner
Betriebstemperatur so gesteuert und geregelt wird, daß nur
ein solcher Anteil an Pyrolysegasen freigesetzt wird, des-
30 sen Verbrennung Rauchgase in solcher Menge und von solcher
Temperatur ergibt, die an den Reaktor gerade die zur Auf-
rechterhaltung seiner Betriebstemperatur erforderliche
Energie abgeben.
- 35 9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,
net, daß die Abfälle über den Bedarf einer thermisch autar-
ken Betriebsweise hinaus entgast werden und der nicht zur
Beheizung des Reaktors erforderliche Anteil der Pyrolyse-

- 1 gase gequenchet und das dadurch erhaltene Kondensat als
Klebstmittel bei der Pelletisierung des entgasten, als
Brennstoff verwendbaren festen Rückstands verwendet wird.
- 5 10. Drehtrommelreaktor zur Durchführung des Verfahrens
gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, mit mehreren Außenbe-
heizungskammern, mit vom Eintragsende zum Austragsende ge-
neigt angeordneter Drehtrommel, mit Fördermitteln zum kon-
tinuierlichen oder diskontinuierlichen Beschicken der
10 Trommel, mit einer Eintragsöffnung an der Stirnseite am
Eintragsende und mit einer Austragsöffnung an der gegen-
überliegenden Stirnseite am Austragsende der Trommel, mit
Mitteln zum getrennten Abführen von Pyrolysegasen und
festem Rückstand sowie mit mindestens einer Brennkammer,
15 deren Brennstoffzuführung mit den Mitteln zum Abführen der
Pyrolysegase verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß
innerhalb der Trommel (20) mindestens ein drehbar befestig-
ter Füllkörper (25) angeordnet ist.
- 20 11. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 10, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Füllkörper (25) rotationssymmetrisch
ausgebildet ist.
- 25 12. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 11, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Füllkörper (25) walzenförmig ausgebildet
ist.
- 30 13. Drehtrommelreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß der Füllkörper (25) nur an der
Stirnwand (22) am Eintragsende (21) der Trommel (20) dreh-
bar befestigt ist.
- 35 14. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 13, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Füllkörper (25) mittels eines Kugelge-
lenks (34) an der Stirnwand (22) befestigt ist.

1 15. Drehtrommelreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis
14, dadurch gekennzeichnet, daß das der Stirnwand (22) am
Eintragsende (21) der Trommel (20) zugewandte Ende (33)
des Füllkörpers (25) sich in Richtung auf das Eintragsende
5 (21) verjüngend ausgebildet ist.

16. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 15, dadurch gekenn-
zeichnet, daß das der Stirnwand (22) zugewandte Ende (33)
des Füllkörpers (25) kegelförmig oder kegelstumpfförmig
10 ausgebildet ist.

17. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 15 oder 16, dadurch
gekennzeichnet, daß mindestens das sich verjüngend ausge-
bildete Ende (33) des Füllkörpers (25) einen schnecken-
15 gängigen Aufsatz (36) aufweist.

18. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 11 oder 12, dadurch
gekennzeichnet, daß der Füllkörper (25) auf seiner äußeren
Mantelfläche einen schneckengängigen Aufsatz (36) aufweist.
20

19. Drehtrommelreaktor nach einem der Ansprüche 10 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, daß die Fördermittel zum Beschicken
der Trommel (20) eine Stopfschnecke (24) umfassen.

25 20. Drehtrommelreaktor nach Anspruch 19, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Stopfschnecke (24) so in der Stirnwand
(22) angeordnet ist, daß sich der Austrag der Stopfschnecke
(24) an einem Ort (27) im Einzugsbereich des Füllkörpers
(25) befindet.

30 21. Verwendung des Drehtrommelreaktors gemäß einem der
Ansprüche 10 bis 20 zur Herstellung hochwertiger Brenn-
stoffe durch Entgasung von Bagasse oder Nußschalen.

ENVIRONMENT PROTECTING ENGINEERS,
INCORPORATED
3000 Town Center, Suite 2530
Southfield, Michigan 48075, U.S.A.

28. Februar 1984

Unser Zeichen: W 969

Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe,
Drehtrommelreaktor zur Durchführung des Verfahrens
und Verwendung des Drehtrommelreaktors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung
hochwertiger Brennstoffe durch Entgasung von insbesondere
cellulosehaltigen Abfällen oder Materialien mittels ther-
mischer Behandlung in einem indirekt beheizten Drehtrom-
melreaktor, dem die Abfälle kontinuierlich oder diskon-
5 tinuierlich mittels geeigneter Fördermittel zugeführt und
in dem die Abfälle, während sie stetig vom Eintragende zum
Austragende des Reaktors befördert werden, pyrolysiert
werden, wonach die Pyrolysegase und der feste, als Brenn-
10 stoff verwendbare Rückstand getrennt voneinander aus dem
Reaktor abgeführt werden.

Die Erfindung betrifft ferner einen Drehtrommelreaktor
zur Durchführung dieses Verfahrens mit mehreren Außen-
15 beheizungskammern, mit vom Eintragende zum Austragende
geneigt angeordneter Drehtrommel, mit Fördermitteln zum

- 1 kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Beschicken der
Trommel, mit einer Eintragsöffnung an der Stirnseite am
Eintragsende und mit einer Austragsöffnung an der gegen-
überliegenden Stirnseite am Austragsende der Trommel, mit
- 5 Mitteln zum getrennten Abführen von Pyrolysegasen und
festem Rückstand, sowie mit mindestens einer Brennkammer,
deren Brennstoffzuführung mit den Mitteln zum Abführen
der Pyrolysegase verbunden ist.
- 10 Schließlich betrifft die Erfindung die Verwendung dieses
Drehtrommelreaktors zur Herstellung hochwertiger Brenn-
stoffe durch Entgasung von cellulosehaltigen Materialien,
insbesondere aus einjährigen Pflanzen, z. B. von Bagasse
(Zuckerrohrabfälle) oder Nußschalen.
- 15 Ein Verfahren und ein Drehtrommelreaktor der genannten
Gattungen sind aus der DE-AS 28 21 825 bekannt. Das be-
kannte Verfahren und der bekannte Reaktor eignen sich
zwar zur Entgasung von Hausmüll und von vergleichsweise
- 20 homogenen Abfällen, nicht aber zur Entgasung von cellu-
losehaltigen Abfällen und sonstigen Materialien mit sehr
geringer Schüttdichte. Zwar kann man theoretisch jedes be-
liebige Material in einem Drehtrommelreaktor der bekannten
Gattung verschwelten oder pyrolysieren, auf wirtschaftlich
- 25 vertretbare Weise lassen sich damit aber nur sehr wenige
ausgewählte und auf spezielle Weise vorbehandelte Ma-
terialien entgasen. Die Wirtschaftlichkeit eines solchen
Verfahrens hängt in erster Linie von den Investitions-
kosten, vom Energiebedarf und von den Kosten für die Ent-
- 30 sorgung der Pyrolysegase sowie der verbleibenden festen
Rückstände ab. Der Entsorgungsaufwand und der Energiebe-
darf sind um so höher, je geringer deren Schüttdichte und
deren Heizwert sind und je höher der Feuchteanteil der
zu behandelnden Materialien ist. Bei zu geringer Schütt-
- 35 dichte eines zu verschwelenden oder zu pyrolysierenden
Materials ist der Wärmeübergang zwischen der beheizten

- 1 Reaktorwand und dem Schüttgut sowie im Schüttgut selbst so niedrig, daß der thermische Wirkungsgrad jede wirtschaftliche Verwertung des Verfahrens unmöglich macht.
- 5 Vor allem in den Ländern der dritten Welt fallen ungeheure Mengen an bisher kaum verwertbaren pflanzlichen Abfallstoffen an, beispielsweise Bagasse bei der Zuckerherstellung aus Zuckerrohr, Nußschalen bei der Ölgewinnung aus Kokosnüssen, Erdnüssen und anderen Nüssen oder
- 10 Abfälle von Sisal-, Baumwoll-, Reis-, Bambuspflanzen und dergleichen. Die Verwertung solcher pflanzlicher Abfallstoffe durch Verschwelung oder Pyrolyse war bisher auf wirtschaftlich vertretbare Weise nicht möglich, vor allem wegen der viel zu geringen Schüttdichte dieser Materialien.
- 15 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Gattungen zu schaffen, die es gestatten, insbesondere cellulosehaltige Abfälle mit geringer Schüttdichte auf wirtschaftliche
- 20 Weise zu hochwertigen Brennstoffen zu entgasen.
- Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Abfälle im Reaktor während dessen Rotation kontinuierlich zu einer festen, an mindestens einem Teil der Mantel-
- 25 innenfläche der Drehtrommel anliegenden Schicht verdichtet werden.
- Dadurch wird erreicht, daß der Wärmeübergang von dem beheizten Mantel der Drehtrommel auf die zu verarbeitenden Abfälle in einem Maße verbessert wird, das eine wirtschaftliche Anwendung der Verschwelung und der Pyrolyse erst ermöglicht.
- 30
- 35 Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden die Abfälle mittels eines oder mehrerer drehbar

1 innerhalb der Drehtrommel befestigter Füllkörper verdichtet. Die Verdichtung erfolgt dabei ausschließlich unter dem Eigengewicht des Füllkörpers bzw. der Füllkörper, so daß, abgesehen von der Aufheizung der Füllkörper, keine zusätzliche Energie für das Verdichten der
5 Abfälle aufgewandt werden muß.

Die Verwendung eines Füllkörpers wirkt sich zusätzlich äußerst vorteilhaft auf den Wärmeübergang auf das zu behandelnde Gut aus, weil die Kontaktfläche für dieses Gut
10 nahezu verdoppelt wird und das Gut dadurch länger und nachhaltiger an die Wärmeaustauschflächen angepreßt wird.

Da bei der Entgasung cellulosehaltiger Abfälle erhebliche Mengen an Ruß und sonstigen im wesentlichen aus Kohlenstoff bestehenden Rückständen produziert werden, die zum Anbacken an der Trommelwand des Reaktors neigen, werden die Abfälle bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugsweise während der Rotation des Reaktors und während
15 des Verdichtens kontinuierlich von der Mantelinnenfläche der Trommel abgelöst und gleichzeitig in Längsrichtung der Trommel zu deren Austragsende hin befördert.

Zweckmäßig werden die Abfälle bereits in vorverdichteter Form in den Reaktor eingetragen, was zunächst zusätzliche Energie erfordert, die Energiebilanz des Gesamtverfahrens aber kaum beeinträchtigt, weil der Wärmeübergang zwischen dem beheizten Trommelmantel und den vorverdichteten Abfällen dadurch weiter verbessert, der Heizenergieaufwand
25 also verringert wird.
30

Zweckmäßig werden die vorverdichteten Abfälle bei Eintragen einem Ort innerhalb des Reaktors zugeführt, der im Einzugsbereich mindestens eines Füllkörpers liegt, wodurch die Verweilzeit der Abfälle im Reaktor, und damit wiederum die Energiebilanz des Gesamtverfahrens,
35 optimiert wird.

1 Vorzugsweise wird der Reaktor nach dem Aufheizen auf
Betriebstemperatur mit den durch Verbrennung der Schwel-
oder Pyrolysegase entstehenden Rauchgasen beheizt. Ein
Teil des für die Beheizung des Reaktors erforderlichen
5 Brennstoffs wird also den zu behandelnden Materialien
selbst entnommen. Es ist vorteilhaft, die Rauchgase dem
Reaktor über einzelne Heizkammern im Querstrom zuzu-
führen, weil dies die Steuerung und Regelung des Verfah-
rens durch eine abgestufte Temperaturführung über ver-
10 schiedene Zonen des Reaktors erleichtert. Die Wandtempe-
ratur der Drehtrommel soll zwischen 300 und 700° C,
vorzugsweise 400 - 600° C betragen.

Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform des er-
findungsgemäßen Verfahrens, bei dem die Beheizung des
15 Reaktors nach Erreichen seiner Betriebstemperatur so ge-
steuert und geregelt wird, daß nur ein solcher Anteil an
Pyrolysegasen freigesetzt wird, dessen Verbrennung Rauch-
gase in solcher Menge und von solcher Temperatur ergibt,
20 die an den Reaktor gerade die zur Aufrechterhaltung
seiner Betriebstemperatur erforderliche Energie abgeben.
Bei dieser Prozeßsteuerung wird nämlich der in dem als
Brennstoff verwendbaren Rückstand verbleibende Anteil an
ebenfalls brennbaren und damit Energie liefernden Pyro-
25 lysegasen maximiert, ohne daß zusätzlicher Brennstoff zur
Erzeugung der Rauchgase für die Beheizung des Reaktors
erforderlich wäre, ohne daß der Reaktor auf eine höhere
Temperatur erhitzt würde, als seiner gerade notwendigen
Betriebstemperatur entspricht, ohne daß also wiederver-
wendbare Energie verlorengelassen, und ohne daß überschüssi-
30 ges Pyrolysegas durch Quenchung oder sonstige Entsorgungs-
maßnahmen aufgefangen werden muß.

Je nach der Bestimmung des als Brennstoff verwendbaren
festen Rückstandes kann es aber auch erwünscht sein,
35 die Abfälle über den Bedarf einer thermisch autarken

- 1 Betriebsweise hinaus, d. h. mehr oder weniger vollständig
zu entgasen. In diesem Falle wird der nicht zur Beheizung
des Reaktors erforderliche Anteil der Pyrolysegase erfindungsgemäß gequenchet, und das dadurch erhaltene Kondensat
5 bzw. die dabei entstehende wäßrige Lösung, Emulsion, Suspension oder Dispersion wird als Klebemittel bei der Pelletisierung des vollständig entgasten, als Brennstoff
verwendbaren festen Rückstands verwendet. Der nach der
Entgasung verbleibende feste Rückstand, der sich problem-
10 los pulverisieren läßt, kann nämlich wie Kohlestaub in einer Wirbelschichtfeuerungsanlage als fester Energieträger
Verwendung finden, kann aber auch als Gries verfeuert
werden oder zu relativ grobkörnigem Gut pelletisiert oder
in seiner ursprünglichen Form oder aus Pellets brikettiert
15 oder auf andere Weise zu Formkörpern verpreßt werden. Dies hängt allein von den örtlichen Gegebenheiten, Bedürfnissen
oder Wiederverwendungsmöglichkeiten oder -notwendigkeiten
ab.
- 20 Die genannte Aufgabe wird ferner bei einem Drehtrommel-
reaktor der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß
dadurch gelöst, daß innerhalb der Trommel mindestens ein
drehbar befestigter Füllkörper angeordnet ist. Der Füll-
körper sorgt auf einfachste Weise und mit geringstmög-
25 lichem Energieaufwand dafür, daß die Abfälle im Reaktor
während dessen Rotation kontinuierlich zu einer festen,
an mindestens einem Teil der Mantelinnenfläche der Dreh-
trommel anliegenden Schicht verdichtet werden. Unter dem
Eigengewicht des Füllkörpers wird das lockere Schüttgut
verdichtet und gegen die Mantelfläche der Drehtrommel ge-
preßt. Drehbar ist der Füllkörper deshalb angeordnet,
damit dessen Oberfläche in bezug auf die sich drehende
Trommel eine Relativbewegung ausführen kann, was bei

- 1 drehfester Anordnung des Füllkörpers nicht möglich wäre.
Die Relativbewegung des Füllkörpers sorgt in Verbindung
mit der aus der Horizontalen geneigten Rotationsachse
der Trommel - die Rotationsachse solcher Drehtrommel-
5 reaktoren ist grundsätzlich geneigt - für einen wirksameren
Transport bzw. eine bessere Förderung des Schüttguts vom
Eintragsende zum Austragsende der Trommel.

- Der Füllkörper ist bei einer zweckmäßigen Ausführungs-
10 form des erfindungsgemäßen Reaktors rotationssymmetrisch
und vorzugsweise walzenförmig ausgebildet; der Durchmes-
ser des Füllkörpers beträgt in der Regel $1/4 - 3/4$ des
Trommelradius.

- 15 Bei einem zweckmäßigen Ausführungsbeispiel der Erfindung
ist der Füllkörper nur an der Stirnwand am Eintragsende
der Trommel drehbar, und zwar vorzugsweise mittels eines
Kugelgelenks, befestigt. Die nur einseitige Befestigung
bewirkt, daß der Füllkörper nicht etwa freischwebend in
20 der Trommel aufgehängt ist, sondern daß mindestens das
freie, nicht befestigte Ende des Füllkörpers auf dem Füll-
gut am Boden der Drehtrommel aufliegt. Vorzugsweise liegt
der Füllkörper praktisch in seiner ganzen Länge auf dem
durch sein Eigengewicht zu einer verdichteten Schicht zu-
25 sammengepreßten, aus den umzusetzenden Abfällen bestehenden
Schüttgut auf.

- Ein weiteres vorteilhaftes Ausführungsbeispiel des er-
findungsgemäßen Drehtrommelreaktors besteht darin, daß das
30 der Stirnwand am Eintragsende der Trommel zugewandte Ende
des Füllkörpers sich in Richtung auf das Eintragsende ver-
jüngend, vorzugsweise kegelförmig oder kegelstumpfförmig,
ausgebildet ist. Diese Ausbildung des Füllkörpers am Ein-
tragsende der Trommel bewirkt, daß die in die Trommel
35 eingeführten, durch Entgasung umzusetzenden Abfälle rasch
und gleichmäßig unter den Füllkörper transportiert, da-
durch verdichtet und in Richtung auf das Austragsende der
Trommel weiterbefördert werden.

1 Bei einer zweckmäßigen und besonders vorteilhaften Aus-
 führungsform des erfindungsgemäßen Drehtrommelreaktors
 weist mindestens das sich verjüngend ausgebildete Ende
 des Füllkörpers einen schneckengängigen Aufsatz auf, von
 5 dem das eingetragene Material erfaßt und wegen der zwischen
 der Trommel und dem Füllkörper stattfindenden Relativbe-
 wegung kontinuierlich in Richtung auf das Austragsende
 der Trommel weiterbefördert wird. Wenn der Schnecken-
 gang nicht nur im Bereich des sich verjüngend ausgebildeten
 10 Endes des Füllkörpers, sondern auf der gesamten Mantel-
 fläche des vorzugsweise walzenförmigen Füllkörpers ange-
 bracht ist, wirkt die so ausgebildete Walze nicht nur wie
 eine Förderschnecke, sondern die einzelnen "Rippen" des
 schneckengängigen Aufsatzes können dann die verdichtete
 15 Schicht des zu verschwelenden oder zu pyrolysierenden
 Materials vollständig durchdringen, bis sie auf der Man-
 telfläche der Trommel aufliegen. Die Rippen des schnecken-
 gängigen Aufsatzes wirken wie Kratzer oder Schaber, die
 das eingetragene Füllgut bzw. den entgasten festen Rück-
 20 stand ständig in axialer Richtung auf dem Trommelmantel
 verschieben und dadurch das Anbacken des Materials äußerst
 wirksam verhindern.

Zweckmäßig umfassen die Fördermittel zum Beschicken der
 25 Trommel eine Stopfschnecke, die vorzugsweise so in der
 Stirnwand angeordnet ist, daß sich der Austrag der Stopf-
 schnecke an einem Ort im Einzugsbereich des Füllkörpers
 befindet.

30 Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung und
 der Beispiele weiter erläutert:

Fig. 1 ist ein Fließbild des erfindungsgemäßen
 Verfahrens;

- 1 Fig. 2 ist eine Ansicht eines Ausführungsbeispiels
des erfindungsgemäßen Drehtrommelreaktors, teil-
weise im Schnitt und teilweise ausgebrochen;
- 5 Fig. 3 ist ein Teilschnitt des Drehtrommelreaktors
gemäß Fig. 2 mit einer Seitenansicht des in der
Trommel befindlichen Füllkörpers.

Die zu entgasenden Abfälle, vorzugsweise Bagasse oder
10 Nußschalen, gelangen von einem Vorratsbunker 1 (Fig. 1)
mit Hilfe an sich bekannter Fördermittel in die indirekt
beheizte Trommel 2 des erfindungsgemäßen Drehtrommel-
reaktors, aus dem der feste Rückstand 6, der als Brenn-
stoff Verwendung findet, und Pyrolysegas 7 ausgetragen
15 wird bzw. entweicht. Das Pyrolysegas 7 wird einer Brenn-
kammer 8 zugeführt und dort in Gegenwart von Sauerstoff,
gegebenenfalls unter Vermischung mit extern zugeführtem
zusätzlichem gasförmigem Brennstoff verbrannt. Die bei
der Verbrennung in der Brennkammer 8 entstehenden heißen
20 Rauchgase werden den Beheizungskammern 3, 4, 5 des Dreh-
trommelreaktors im Querstrom zugeführt.

Das in Fig. 2 dargestellte Ausführungsbeispiel eines er-
findungsgemäßen Drehtrommelreaktors 10 enthält eine in-
25 nerhalb des Gehäuses 11, das in drei getrennte Beheizungs-
kammern 30, 31, 32 aufgeteilt ist, in bekannter Weise ge-
neigt angeordnete Drehtrommel 20 mit einem Eintragsende
21 und einem Austragsende 37. Die zu entgasenden Abfälle
17 werden aus dem Vorratsbunker 16 mittels an sich be-
30 kannter Fördermittel 12 dem Eintragsende 21 der Trommel 20
zugeführt. Die Trommel 20 ist mittels nicht dargestellter
Lager drehbar gelagert und mit Hilfe eines Antriebsmotors
15 über ein Getriebe 14, das in den Zahnkranz 13 eingreift,
antreibbar. Die Pyrolysegase entweichen über das Austrags-
35 ende 37 durch die Rohrleitung 38, von wo sie über die
Leitung 19 ganz oder teilweise der Brennkammer 18 zugeführt

1 werden, wo sie gegebenenfalls mit einem extern zugeführten
gasförmigen Brennstoff vermischt und in Gegenwart von
Sauerstoff verbrannt werden. Die bei der Verbrennung in
der Brennkammer 18 entstehenden Rauchgase werden über die
5 Leitung 40 den Beheizungskammern 30, 31, 32 zugeführt
und im Querstrom um die rotierende Trommel 20 geleitet,
von wo sie über nicht gezeichnete Abgaskanäle abgeführt
werden.

10 Der nach der Entgasung der Abfälle 17 verbleibende feste
Rückstand, der als Brennstoff verwendbar ist und gege-
benenfalls anschließend pelletisiert oder zu Formkörpern
verpreßt werden kann, gelangt aus dem Austragsende 37 in
die Rohrleitung 39 und von dort in einen nicht gezeich-
15 neten Vorratsbunker.

Im Innern der Trommel 20 befindet sich ein rotations-
symmetrisch ausgebildeter Füllkörper 25 in Form einer
Walze, die nur einseitig befestigt ist, nämlich an
20 der Stirnwand 22 am Eintragsende 21 der Trommel 20. Die
Walze 25 liegt auf dem aus den Abfällen 17 bestehenden
Füllgut auf und verdichtet dieses durch ihr Eigengewicht
zu einer verdichteten Schicht 28. Die Walze 25 weist auf
ihrer äußeren Mantelfläche und über ihre gesamte Länge
25 einen schneckengängigen Aufsatz 36 auf.

Der Füllkörper in Form der Walze 25 ist nur an der Stirn-
wand 22 am Eintragsende 21 der Trommel 20 einseitig über
ein Kugelgelenk 34 drehbar befestigt (Fig. 3). Im ge-
30 zeichneten Ausführungsbeispiel befindet sich das Kugel-
gelenk 34 genau im Mittelpunkt der drehfesten Stirnwand 22,
also in der Rotationsachse der Trommel 20. Die Walze 25
ist mit dem Kugelgelenk 34 starr mittels eines Gestänges
35 verbunden. Die Walze 25 weist ein sich verjüngend aus-
gebildetes Ende 33 in Form eines Kegels auf. Auch dieses
kegelförmig ausgebildete Ende 33 weist einen schnecken-

28.02.04

-1/-15

3407236

1 gängigen Aufsatz 36 auf, so daß die sich an einem Ort 27
im Einzugsbereich der Walze 25 ansammelnden, kontinuier-
lich oder absatzweise durch die Eintragsöffnung 23 mit
Hilfe einer Stopfschnecke 24 eingetragenen Abfälle leicht
5 erfaßt und durch die zwischen der Trommel 20 mit ihrer in-
direkt beheizten Mantelfläche 29 und der Mantelfläche der
Walze 25 stattfindende Relativbewegung in Richtung auf
das Austragsende 37 der Trommel 20 weiterbefördert werden.
Da die Walze 25 mit ihrem Eigengewicht auf dem Füllgut
10 aufliegt, wird dieses stetig zu einer Schicht 28 ver-
dichtet, während die Entgasung stattfindet.

Durch die Verdichtung der eingetragenen Abfälle mit Hilfe
des innerhalb der Drehtrommel angeordneten Füllkörpers
15 lassen sich auch pflanzliche Abfälle mit extrem geringer
Schüttdichte auf wirtschaftliche Weise entgasen, weil so
der prozeßtechnisch notwendige Wärmeübergang zwischen der
außenbeheizten Trommel und den zu entgasenden Abfällen
sichergestellt wird.

20 Der erfindungsgemäße Drehtrommelreaktor wird deshalb vor-
zugsweise zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe durch
Entgasung von Bagasse oder Nußschalen verwendet, von
Abfällen also, die hoch cellulosehaltig sind und wegen
25 ihrer geringen Schüttdichte bisher keiner wirtschaftlich
vertretbaren Verwertung zugeführt werden konnten, obwohl
sie vor allem in den Ländern der dritten Welt in unge-
heuren Mengen bei der Zuckerherstellung aus Zuckerrohr
und bei der Ölgewinnung aus Nüssen anfallen.

30 Die Energiebilanz des erfindungsgemäßen Verfahrens wird
anhand der nachfolgenden Beispiele erläutert:

35

1

Beispiel 1

5

1 t Bagasse mit einem Feuchtegehalt von 11 %, einem unteren Heizwert (H_u) von 16.000 kJ/kg und einer Schüttdichte von 0,05 t/m³ wird in der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei einer Entgasungstemperatur von 550°C (Temperatur der Außenwand der Drehtrommel) pyrolysiert. Dabei entstanden fester Rückstand, Pyrolysegas und Pyrolysekondensat in folgenden Mengen und folgender Zusammensetzung:

10

Fester Rückstand

Menge: 230 kg
Zusammensetzung: 90 % C
2 % H₂
1 % O₂
Heizwert: $H_u = 8000$ MJ

15

Pyrolysegas und -kondensat

20

Menge: 770 kg
Heizwert: $H_u = 8000$ MJ
Zusammensetzung: Feuchteanteil: 200 kg
organ. Anteil: 570 kg
Permanentgase: 120 kg $\hat{=}$ 171,4 Nm³
Dichte der Permanentgase: $\gamma = 0,7$ kg/Nm³
Heizwert der Permanentgase: $H_u = 12.000$ kJ/Nm³
Heizwert des Pyrolysegases: $H_u = 2.000$ MJ
Heizwert des Kondensats: $H_u = 6.000$ MJ
Kondensatmenge: 650 kg

25

30

Energiebilanz

(bezogen auf 1t Ausgangsmaterial Bagasse)

35

H_u gesamt = 16.000 MJ
 H_u Rückstand = 8.000 MJ
 H_u Permanentgas = 2.000 MJ
 H_u Kondensat = 6.000 MJ

1 Aufwand zur Beheizung des Drehtrommelreaktors:

5	Aufheizenergie	}	Gesamt _{netto}	: ~ 1.000 MJ
	Reaktionsenthalpie		Gesamt _{brutto} *)	: ~ 1.900 MJ
	Strahlungsverluste			

*) 900 MJ stehen als fühlbare Wärme im Rauchgas,
nach dessen Austritt aus den Beheizungs-
kammern des Reaktors, für externe Nutzung
zur Verfügung

Beispiel 2

1 t Bagasse (11% Feuchte, $H_u = 16.000 \text{ kJ/kg}$, Schüttdichte
0,05 t/m³) wird bei einer Entgasungstemperatur von 350°C
(Temperatur der Außenwand der Drehtrommel) - ansonsten
wie in Beispiel 1 - pyrolysiert. Dabei entstanden:

Fester Rückstand Menge: 410 kg
Zusammensetzung: 80 % C
9 % H₂
4 % O₂
Heizwert: $H_u = 13.000 \text{ MJ}$

25 Pyrolysegas und -kondensat

Menge: 590 kg
Heizwert: $H_u = 3.000 \text{ MJ}$
Zusammensetzung: Feuchteanteil: 190 kg
organ. Anteil: 400 kg
Permanentgase: 90 kg $\hat{=}$ 112,5 Nm³
Dichte der Permanentgase: $\gamma = 0,8 \text{ kg/Nm}^3$
Heizwert der Permanentgase: $H_u = 13.000 \text{ kJ/Nm}^3$
Heizwert des Pyrolysegases: $H_u = 1.500 \text{ MJ}$
Heizwert des Kondensats: $H_u = 1.500 \text{ MJ}$
Kondensatmenge: 500 kg

1 Energiebilanz

(bezogen auf 1 t Ausgangsmaterial Bagasse)

	H_u gesamt	= 16.000 MJ
	H_u Rückstand	= 13.000 MJ
5	H_u Permanentgas	= 1.500 MJ
	H_u Kondensat	= 1.500 MJ

Aufwand zur Beheizung des Drehtrommelreaktors:

Wie in Beispiel 1 angegeben.

10

15

20

25

30

35

19 -
- Leerseite -

FIG.3

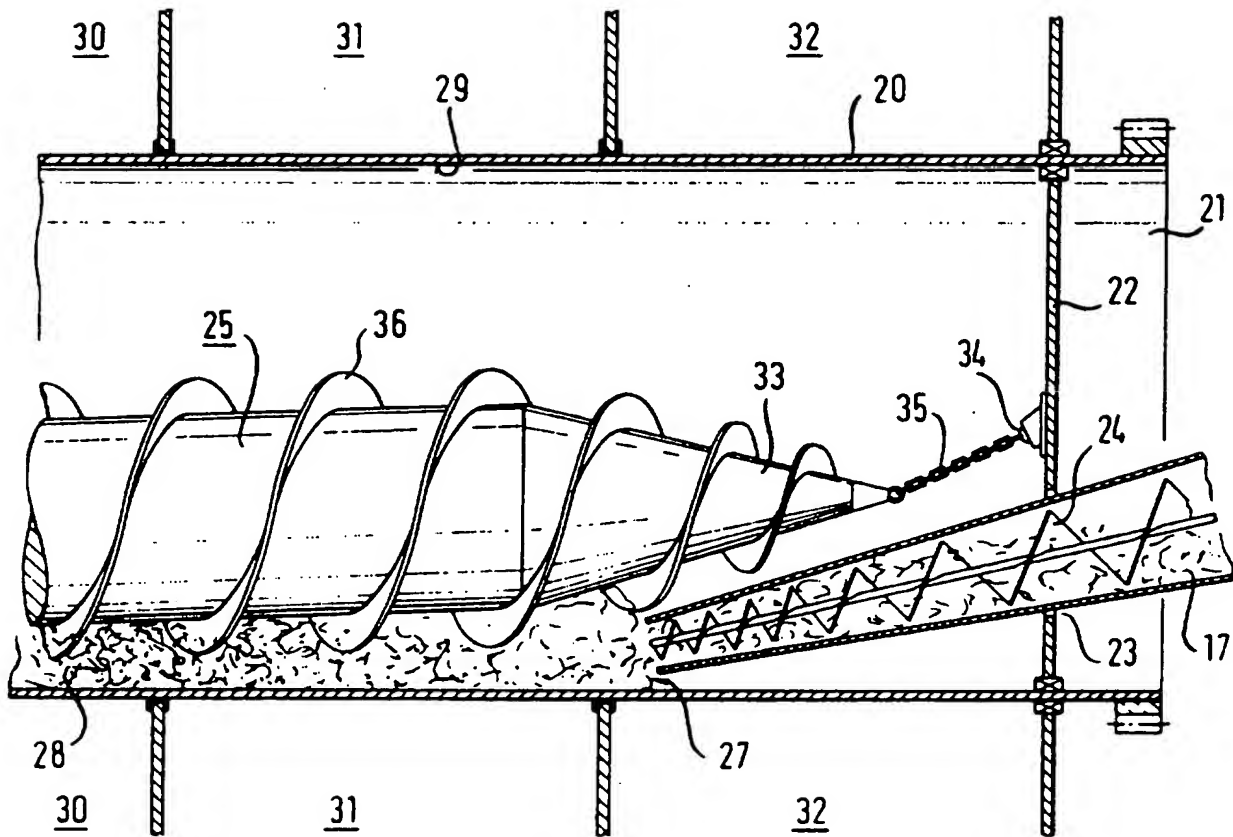


FIG. 1

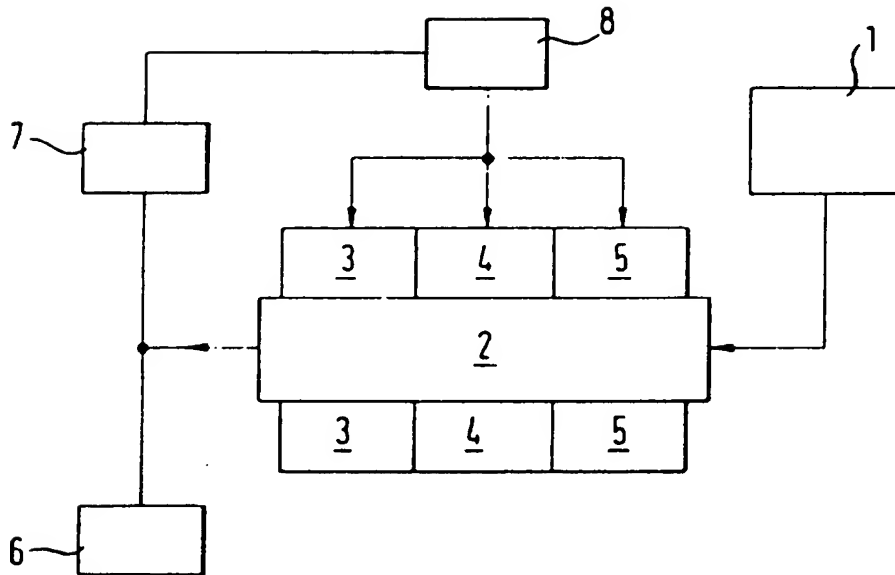


FIG. 2

